第 18 講　水素イオン濃度と pH
PART1　水素イオン濃度と液性

目標　・水素イオン濃度と液性にどんな関係があるのかを理解しよう

Chapter1　水の電離と水のイオン積

水はわずかに電離（25℃の電離度 $\alpha = 1.8 \times 10^{-9}$）し，水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- を生じる。

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

このとき H^+ と OH^- は等量生じるため（係数 1：1），H^+ と OH^- のモル濃度は等しくなっており，それぞれのモル濃度を $[H^+]$，$[OH^-]$ と表す。

要点

水のイオン積 K_w

25℃の水において $[H^+]$ と $[OH^-]$ はともに 1.0×10^{-7}(mol/L)であるため, $[H^+]$ と $[OH^-]$ の積は 1.0×10^{-14}(mol²/L²) となる。これを水のイオン積 K_w という。

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-7} = 1.0 \times 10^{-14}\ (mol^2/L^2)$$

この 1.0×10^{-14} (mol²/L²) という数値は，**25℃である限りどんな水溶液でも成立していること**を徹底しておこう。硫酸でも水酸化カルシウム水溶液でも，25℃では $[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$（mol²/L²）が成立する。

まとめ

・25℃の水において，水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ と水酸化物イオンのモル濃度 $[OH^-]$ はともに（　　　　　　　　　）であるため，$[H^+]$ と $[OH^-]$ の積は（　　　　　　　　　）となり, これを（　　　　　　　　　）という。

Chapter2　水素イオン濃度と液性

水溶液の液性は水溶液中の水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ で決まる。

25℃において $[H^+]$ と液性の関係は以下のようになる。

・純水と同じ，すなわち $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　中性

・純水より大きい，すなわち $[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　酸性

・純水より小さい，すなわち $[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　塩基性

まとめ

・25℃において $[H^+]$ と液性の関係は以下のようである

$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　（　　　　）

$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　（　　　　）

$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$（mol/L）のとき　→　（　　　　）

Chapter3　水素イオン濃度の求め方

要点

水素イオン濃度 $[H^+]$ の求め方

濃度 C（mol/L），m 価，電離度 α の酸の水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ は次のように求めることができる。

$$[H^+] = C \times m \times \alpha$$

例　0.020mol/L の酢酸水溶液（電離度 $\alpha = 0.010$）の水素イオンのモル濃度の値を求めよ。

酢酸は 1 価の酸であるため，水素イオンのモル濃度は次のようになる。

$[H^+] = 0.020 \times 1 \times 0.010 = \underline{2.0 \times 10^{-4}}$（mol/L）

また，物質が塩基の場合には，次のように水酸化物イオンのモル濃度 [OH$^-$] を求め，水のイオン積 K_w を利用することで [H$^+$] を求めることができる。

要点

水酸化物イオン濃度 [OH$^-$] の求め方

濃度 C（mol/L），m 価，電離度 α の塩基の水酸化物イオンのモル濃度 [OH$^-$] は次のように求めることができる。

$$[\mathrm{OH^-}] = C \times m \times \alpha$$

例　0.10mol/L のアンモニア水（電離度 $\alpha = 0.010$）の水素イオンのモル濃度の値を求めよ。

アンモニアは 1 価の塩基であるため，水酸化物イオンのモル濃度は次のようになる。

$$[\mathrm{OH^-}] = 0.10 \times 1 \times 0.010 = \underline{1.0 \times 10^{-3}\ (\mathrm{mol/L})}$$

また，$K_w = [\mathrm{H^+}][\mathrm{OH^-}] = 1.0 \times 10^{-14}$（$\mathrm{mol^2/L^2}$）であるため，水素イオンのモル濃度は以下のように求めることができる。

$$[\mathrm{H^+}] = \frac{K_w}{[\mathrm{OH^-}]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = \underline{1.0 \times 10^{-11}\ (\mathrm{mol/L})}$$

Chapter4　演習問題

問　次の水溶液の水素イオンのモル濃度を求めよ。ただし，水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$（$\mathrm{mol^2/L^2}$）とする。

(1)　0.050mol/L のアンモニア水（電離度 $\alpha = 0.020$）

(2)　0.020mol/L 塩酸

< Note >

第18講 PART1 確認問題

問 水はわずかに電離しており，水素イオンH^+と水酸化物イオンOH^-を生じている。（　ア　）℃においては，水素イオンのモル濃度$[H^+]$と水酸化物イオンのモル濃度$[OH^-]$はともに1.0×10^{-7}(mol/L)であるため，$[H^+]$と$[OH^-]$の積は1.0×10^{-14}(mol^2/L^2)となり，これを水のイオン積K_wという。また，水溶液の液性は$[H^+]$で決まり，（　ア　）℃において$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$(mol/L)であれば（　イ　），$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$(mol/L)であれば（　ウ　）である。

⑴ 文中の（　ア　）にあてはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 20　② 25　③ 30　④ 35

⑵ 文中の（　イ　）にあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 酸性　② 中性　③ 塩基性

⑶ 文中の（　ウ　）にあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 酸性　② 中性　③ 塩基性

⑷ ある濃度の酢酸水溶液（電離度$\alpha = 0.20$）の水素イオンのモル濃度が8.0×10^{-3} mol/Lであった。この酢酸水溶液のモル濃度として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 4.0×10^{-2} mol/L　② 4.0×10^{-3} mol/L
③ 1.6×10^{-3} mol/L　④ 1.6×10^{-4} mol/L

⑸ 0.050mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液の水素イオンのモル濃度として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 5.0×10^{-2} mol/L　② 5.0×10^{-12} mol/L
③ 2.0×10^{-1} mol/L　④ 2.0×10^{-13} mol/L

< Note >

第 18 講　水素イオン濃度と pH

PART1　水素イオン濃度と液性

問　(1)　1.0×10^{-11}（mol/L）

(2)　2.0×10^{-2}（mol/L）

PART2　pH

問　(1)　2.0

(4)　0.010

第18講　PART1　確認問題　解答

問

（1）　②

解説：

25℃において $[H^+]$ と $[OH^-]$ はともに 1.0×10^{-7}(mol/L)である。

（2）　①

解説：

25℃において $[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$(mol/L)であれば液性は酸性である。

（3）　③

解説：

25℃において $[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$(mol/L)であれば液性は塩基性である。

（4）　①

解説：

酢酸水溶液のモル濃度を x mol/L とすると，酢酸は 1 価の酸であることから，$[H^+] = x \times 1 \times 0.20 = 8.0 \times 10^{-3}$，つまり，$x = 4.0 \times 10^{-2}$ mol/L となる。

（5）　④

解説：

水酸化ナトリウムは 1 価の強塩基（電離度 $\alpha = 1$）であることから，$[OH^-] = 0.050 \times 1 \times 1 = 5.0 \times 10^{-2}$ mol/L となる。水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol²/L²)なので，

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5.0 \times 10^{-2}} = 2.0 \times 10^{-13} \text{mol/L}$$

となる。